

铁屑过滤-SBR 工艺处理印染废水的研究*

郝瑞霞 赵英** 罗人明 赵毅** 刘三学

(河北科技大学环境工程系, 石家庄 050018)

摘要 采用铁屑过滤-SBR 工艺对印染废水进行了处理研究. 当进水 COD 为 1000-1600mg/L, 色度为 200-800 倍, BOD₅ 在 200-400mg/L 时, COD 去除率可达 85%, BOD₅ 去除率和脱色率均在 90% 以上, 出水达到排放标准. 该工艺具有投资少、运行费用低、处理效果稳定等特点, 尤其适合中小型印染厂的废水治理.

关键词 铁屑过滤、印染废水、循序间歇式活性污泥法.

Study on Treatment Process of Dyeing Wastewater Using Iron Filings Filtration-Seqencing Batch Reactor Method

Hao Ruixia Zhao Ying Lou Renming Zhao Yi Liu Sanxue

(He Bei Sciences and Technology University, Shijiazhuang 050018)

Abstract The experiments of treating dyeing wastewater have been finished using filtration with iron filings and Sequencing Batch Reactor (SBR) method. The removal efficiency of COD reached 85%, BOD₅ and colour over 90% when influent COD equaling 1000-1600mg/L, BOD₅ 200-400mg/L and colour 200-800 times. The final effluent quality has met discharge standards. This process is less cast in construction and running. It is suitable for the treatment of the wastewater coming from middle or smaller dyeing factory.

Keywords filtration with iron filings, Sequencing Batch Reactor, dyeing wastewater.

采用铁屑过滤-循序间歇式活性污泥法 (Sequencing Batch Reactor, SBR) 工艺处理以加工化纤和混纺织物为主的印染厂排放的印染废水, 该工艺综合了铁屑过滤和生物铁法 2 种废水处理方法的优点, 脱色效果好, 生化反应速度快, 有机物去除率高, 运行费用低; 不必向曝气池中投加药剂, 避免了沉渣的生成.

1 试验方法

1.1 试验流程

试验装置及流程如图 1 所示.

铁屑过滤柱填充高度 600mm, 内装工业废液铸铁屑等; SBR 反应器有效容积 5.5L, 微型气泵提供气源, 由微孔扩散装置曝气充氧.

1.2 试验废水

试验废水取自石家庄市某印染厂, 水质见

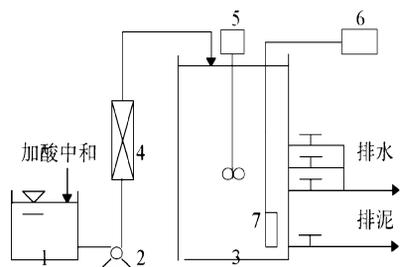


图 1 铁屑过滤-SBR 法试验流程

1. 贮水池 2. 计量泵 3. SBR 反应器
铁屑过滤器 5. 搅拌器 6. 气泵 7. 曝气头

表 1.

石家庄市某印染厂以加工涤绵混纺、纯化纤维织物为主, 使用的染料包括士林、还原、硫化、

* 河北省科委资助课题, 参加工作的还有程水源和黄群贤

** 现在华北电力大学工作

郝瑞霞: 女, 37 岁, 硕士, 讲师

收稿日期: 1997-07-09

直接染料等, 还有各种浆料和助剂, 废水的可生化性低.

表 1 废水水质

COD/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	1000- 1600
BOD ₅ / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	250- 400
色度/ 倍	200- 800
pH	10- 12
BOD ₅ / COD	0. 20- 0. 27

2 试验过程及结果

2.1 SBR 法处理印染废水运行效果

SRB 法的运行工况是以间歇操作为主要特征. 根据试验废水水质, 控制 SBR 污泥负荷在 $0.3\text{kg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$ 左右, 进水 COD 在 $1000\text{--}1600\text{mg}/\text{L}$ 时, SBR 操作程序如图 2 所示.

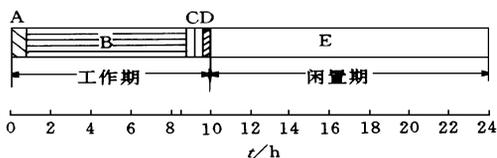


图 2 SBR 操作程序

A. 曝气 B. 反应 C. 沉淀 D. 排水 E. 闲置或排泥

试验结果见图 3. 由图 3 看出, 采用 SBR 法

处理印染废水, COD 去除率在 70% 以上, 出水 COD 在 $300\text{mg}/\text{L}$ 左右.

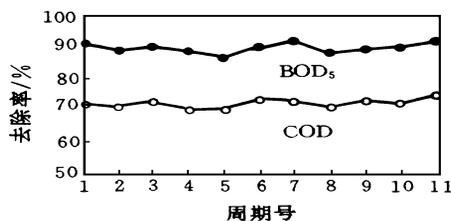


图 3 SBR 反应器运行结果

2.2 铁屑过滤预处理工艺的研究

铁屑过滤预处理废水使用的填料主要为废铁屑, 为提高其活性填入一定比例的活化剂.

铁屑过滤参数, 主要考虑进水 pH 值、停留时间和铁屑与活化剂之比(铁活比)的影响.

采用 $L_9(3^4)$ 正交试验表进行试验, 各因素水平见表 2, 试验结果见表 3.

表 2 因素水平

因素水平	pH	铁活比	停留时间/min
1	6	2 1 0	5
2	7	2 0 1	8
3	8	2 1 1	12

表 3 试验结果与极差分析

水平 试验	pH		铁活比		停留时间		空列		COD 去 除率/%
	水平编号	数值	水平编号	数值	水平编号	数值/min	水平编号	数值	
1	1	6	1	2 1 0	1	5	1		30(0)
2	1	6	2	2 0 1	2	8	2		35(5)
3	1	6	3	2 1 1	3	12	3		39(9)
4	2	7	1	2 1 0	2	8	3		31(1)
5	2	7	2	2 0 1	3	12	1		36(6)
6	2	7	3	2 1 1	1	5	2		32(2)
7	3	8	1	2 1 0	3	12	2		28(- 2)
8	3	8	2	2 0 1	1	5	3		27(- 3)
9	3	8	3	2 1 1	2	8	1		28(- 2)
K1		14		- 1		- 1		4	
K2		9		8		4		5	
K3		- 7		9		13		7	
R_j		21		10		14		3	

从表 3 R_j (极差)值知, pH 值对 COD 去除率的影响最显著, 其次是停留时间的影响. 进水 pH 为 6, 铁活比为 2:1, 停留时间 12min 是最佳工艺参数组合, 此时的 COD 去除率为

39%.

2.3 铁屑过滤-SBR 工艺稳定运行试验

根据确定的运行参数连续运行 1 个月, 对印染废水进行处理试验, 结果见表 4.

表 4 铁屑过滤-SBR 工艺处理混纺印染废水稳定运行结果

周期	进水/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$			出水 ¹⁾ / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$			去除率/%		
	COD	BOD ₅	色度/倍	COD	BOD ₅	总铁	COD	BOD ₅	色度/倍
1	1297.6	253.6	800	211.7	25.6	6.9	83.7	90.0	91.4
2	1297.2	253.6	800	201.4	20.7	5.6	84.5	91.8	92.3
3	1558.3	403.1	200	226.9	34.6	8.7	85.4	91.4	90.1
4	1558.3	403.1	200	236.1	36.7	9.4	84.8	90.9	90.7
5	1119.7	275.4	400	175.9	25.4	3.7	84.3	90.8	91.4
6	1119.7	275.4	400	198.1	27.5	6.1	82.3	90.0	91.8
7	995.6	245.7	400	171.6	23.7	4.8	82.8	90.4	92.5

1) 色度低于 100 倍

表 4 表明, 当进水 COD 为 1000–1600mg/L, BOD₅ 为 200–400mg/L, 色度为 200–800 倍时, 出水 COD 小于 240mg/L, 各项指标符合排放标准.

3 结果分析及讨论

3.1 铁屑过滤机理与运行特征

铁屑过滤以电化学反应的氧化还原作用为主^[1,2]. 电极反应产物具有高的化学活性, 其中新生态的 [H] 和 Fe^{2+} 能与废水中许多组分发生氧化还原作用, 破坏染料的发色或助色基团, 甚至断链, 失去发色能力; 大分子物质分解为小分子的中间体, 使某些难生化降解的化学物质转变成容易生化处理的物质, 提高废水的可生化性. 试验结果表明, 废水经铁屑过滤后 BOD₅/COD 由 0.25–0.27 提高到 0.35–0.40.

铸铁屑是铁碳合金, 在废水中腐蚀形成许多微原电池, 当在铁屑中混入一定比例的活化剂时, 铸铁屑与活化剂颗粒接触, 形成较大的原电池, 使铁屑在受到微原电池腐蚀的基础上, 又受到较大原电池的腐蚀, 加速了电化学反应进行, 既能提高处理效果, 还可维持填料层一定的空隙率, 防止铁屑结块板结, 保持较好的水力条件, 延长再生周期.

进水 pH 值是影响铁屑过滤的主要因素, pH 影响滤柱内的氧化还原反应, 同时对出水含铁量及滤柱再生周期也有一定的影响(见图 4). pH 值低, 电极产物以 [H]、 Fe^{2+} 为主, 有利于氧化还原作用进行, 考虑到铁屑过滤出水不应影响 SBR 生物处理, 因此进水 pH 值宜控制为中性或偏酸性.

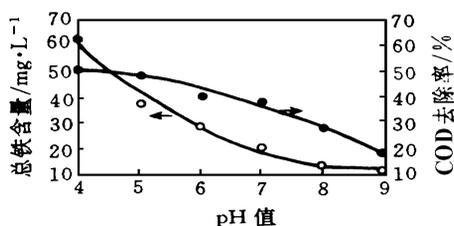


图 4 pH 对铁屑过滤处理效果的影响

3.2 铁屑过滤对后续 SBR 处理的影响

试验表明, 废水经铁屑过滤预处理后, 废水可生化性提高, 有利于后续 SBR 生化处理, COD 去除率提高近 10%. 试验中分别测定 SBR 法和铁屑过滤-SBR 工艺的生化反应速度常数, 用以定量判断铁屑过滤对后续生物处理的影响.

将 SBR 视为完全混合生化系统, 对该系统的基质做物料衡算, 得:

$$QS_{0+} + V \frac{dS}{dt} \cdot \frac{t}{24} = QS_e \quad (1)$$

式中, Q 为进水量(L/d); S_0 、 S_e 为进出水基质浓度(mg/L); V 为 SBR 反应器容积(L); t 为每天进水和曝气时间(h); $\frac{dS}{dt}$ 为基质降解速度。

按 Eckenfelder 一级反应动力学方程^[3]:

$$\frac{dS}{dt} = -K_2 X S_e \quad (2)$$

其中, K_2 为减速增长长期基质降解速度常数 L/(mg·d), X 为 SBR 中污泥浓度 mg/L。

则:(1)式可表示为:

$$\frac{Q(S_0 - S_e)}{VX} \times \frac{24}{t} = K_2 S_e \quad (3)$$

$$\text{令: } \frac{Q(S_0 - S_e)}{VX} \times \frac{24}{t} = U_s$$

$$\text{于是 } U_s = K_2 S_e \quad (4)$$

式中, U_s 是以基质去除量为基础的污染负荷 kg/(kg·d)。

当水中存在不可生物降解物质时, 则:

$$U_s = K_2(S_e - S_n) \quad (5)$$

式中, S_e 包括不可生物降解物质, 其浓度为 S_n 。

由(4)、(5)式可知, 污泥负荷 U_s 与出水浓度 S_e 成线性关系。

利用最小二乘原理对试验数据进行线性拟合(见图5)。得出当印染废水不经铁屑过滤预处理时:

$$U_s = 0.0041(S_e - 201.5) \quad (6)$$

经过铁屑过滤预处理后:

$$U_s = 0.0051(S_e - 130.6) \quad (7)$$

采用相关系数检验法^[4], 经计算 U_s 与 S_e 之间的线性关系十分显著。

比较(6)和(7)式知, 废水经铁屑过滤预处理后, 生化反应速度常数 K_2 提高, 不可生化降解

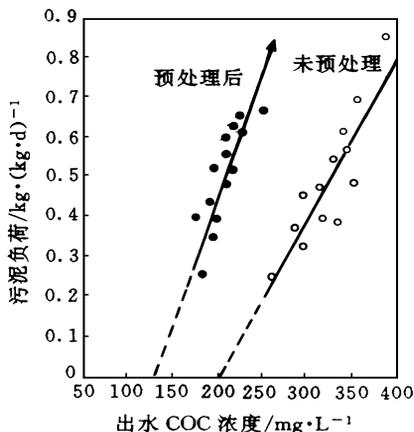


图5 污泥负荷与出水 COD 浓度的线性关系

物质浓度下降。

4 结论

印染废水经铁屑过滤预处理后可提高废水的可生化性, BOD_5/COD 值由 0.20–0.27 提高到 0.35 以上, 使后续 SBR 单级去除率达到 80%。当进水 COD 在 1000–1600mg/L, BOD_5 为 200–400mg/L、色度是 200–800 倍, 污泥负荷为 0.3–0.6kg/(kg·d) 时, 总去除率为: COD 85% 左右, BOD_5 、色度达 90%。

参 考 文 献

- 1 E·马特松[瑞典]. 腐蚀基础. 北京: 化学工业出版社, 1990: 5–24
- 2 曹曼. 铁屑过滤法处理印染废水的研究. 纺织学报, 1991, 12(1): 45–48
- 3 顾夏声. 废水生物处理数学模式. 北京: 清华大学出版社, 1993: 45–54
- 4 张铁茂, 丁建国. 试验设计与数据处理. 北京: 兵器工业出版社, 1990: 31–33